

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>F16L 55/26</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/49947</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. Dezember 1997 (31.12.97)
--	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/03343

(22) Internationales Anmeldedatum: 24. Juni 1997 (24.06.97)

(30) Prioritätsdaten:  
 196 27 312.9      25. Juni 1996 (25.06.96)      DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DR. ING. REINHOLD WIECHERN MESSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG GMBH [DE/DE]; Wittenborner Strasse 22, D-23812 Wahlstedt (DE).

(72) Erfinder; und  
 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIECHERN, Reinhold [DE/DE]; Wittenborner Strasse 22, D-23812 Wahlstedt (DE).

(74) Anwalt: HUBER, Arnulf; Uexküll & Stolberg, Beselerstrasse 4, D-22607 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

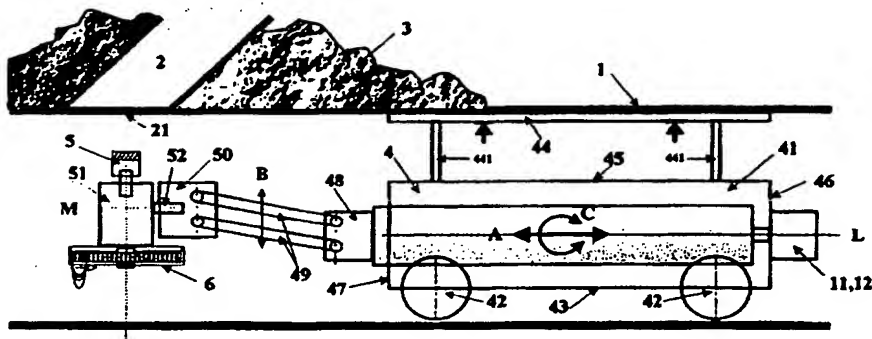
**Veröffentlicht**  
*Mit internationalem Recherchenbericht.*

(54) Title: PIPING MILLING ROBOTIC DEVICE

(54) Bezeichnung: KANAL-FRÄSROBOTER

(57) Abstract

The invention relates to a piping robotic device in the form of an elongate conveyor slide (41), wheels (42) being mounted on the lower surface (43) thereof, and the opposite upper surface (45) thereof being provided with an extendable pressure cushion (44)



for clamping of the conveyor slide (41) in a sewage pipe (1). There are hydraulic and/or pneumatic and electrical control and supply lines attached to the rear side (46) of said conveyor slide (41), and a movable cylinder (48) rotatable perpendicular to the longitudinal axis (L) of the conveyor slide (41) and displaceable in a linear manner in the longitudinal axis (L) of said slide (41). A parallel rod assembly (49) is articulated to the front side of the movable cylinder and has a tool holder (50) into which a drive holder (51) with a milling head (5) is inserted which can be rotated in a plane about 180° by way of a pin (52) in the tool holder (50). Said plane is perpendicular to the longitudinal axis of the conveyor slide (41) and consequently also extends in the form of a radial plane perpendicular to the direction of movement of the conveyor slide (41) in the sewage pipe (1). For metrological detection of the space co-ordinates of the non-visible house connections (2), which co-ordinates are required for free milling, a combination sensor (6) is also staggered by 180° on the drive holder (51) in the plane of rotation of the milling head (5) and consequently arranged diametrically in relation to said milling head (5). The combination sensor (6) has a capacitive sensor (61) and an ultra-sound sensor (62). To determine the position of the combination sensor (6), a combined path and angle measuring system (12) with a signal evaluation circuit (8) is coupled to the movable cylinder (48).

## (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Kanal-Fräsböter in Form eines länglichen Transportschlittens (41), an dessen Unterseite (43) Räder (42) montiert sind und dessen gegenüberliegende Oberseite (45) mit einem ausfahrbaren Andruckkissen (44) zum Festklemmen des Transportschlittens (41) in einem Sanierungsrohr (1) versehen ist, mit an die Rückseite (46) des Transportschlittens (41) anschließenden hydraulischen und/oder pneumatischen sowie elektrischen Steuer- und Versorgungsleitungen, und mit einem in der Längsachse (L) des Transportschlittens (41) linear verstellbaren und senkrecht zur Längsachse (L) des Transportschlittens (41) drehbaren Ausfahrzylinder (48), an dessen Vorderseite ein Parallelgestänge (49) angelenkt ist, das einen Werkzeughalter (50) trägt, in den ein Antriebshalter (51) mit einem Fräskopf (5) eingesetzt ist, der über einen Zapfen (52) in dem Werkzeughalter (50) in einer Ebene um 180° drehbar ist, die senkrecht zur Längsachse des Transportschlittens (41) und damit auch senkrecht zur Bewegungsrichtung des Transportschlittens (41) im Sanierungsrohr (1) als Radialebene verläuft. Zur meßtechnischen Erfassung der für das Freifräsen notwendigen Raumkoordinaten der Fräskopfs (5) und damit diametral gegenüber von dem Fräskopf (5) angeordnet. Der Kombisensor (6) weist einen kapazitiven Sensor (61) und einen Ultraschall-Sensor (62) auf. Zur Positionsbestimmung des Kombisensors (6) ist ein kombiniertes Weg-/Winkelmeßsystem (12) mit Signalauswertungsschaltung (8) an den Ausfahrzylinder (48) gekoppelt.

## LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Kanal-Fräsroboter

---

Die Erfindung betrifft einen Kanal-Fräsroboter gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder 4.

Aus der EP-A-0 326 412 (siehe Figur 8) ist bereits ein Kanal-Fräsroboter bekannt, der die Merkmale des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 bzw. 4 aufweist. Am Vorderende eines Transportschlittens ist ein Werkzeughalter angebracht, der um die Längsachse des Transportschlittens gedreht werden und auf diese Weise bei einer Drehung um 180° eine Stabantenne und danach ein Fräs-  
werkzeug in die gleiche Position bringen kann. Die Stabantenne dient dazu, bestimmte Marker aufzufinden, die vor dem Auskleiden des zu reparierenden Rohres in die abzweigenden Hausanschlüsse mit Hilfe von Stopfen aus beispielsweise Polystyrol eingesetzt wurden. Diese Positionsmarker bezeichnen genau die Mitte der Hausanschlüsse. Wenn ihre Lage von der Stabantenne des Fräsroboters aufgefunden wurde, wird der Werkzeughalter um 180° gedreht und das Fräswerkzeug in Ausrichtung mit dem Positionsmarker gebracht. In dieser Stellung kann der Hausanschluß freigefräst werden, wobei der Stopfen mit dem Positionsmarker zerstört wird und verloren geht. Ein Nachteil dieses bekannten Geräts besteht daher darin, daß in einem ersten Arbeitsschritt zunächst die Hausanschlüsse mit Positionsmarken versehen werden müssen, in einem zweiten Arbeitsschritt die Auskleidung mit einem sogenannten Inliner vorgenommen wird und erst in einem dritten Arbeitsschritt die Hausanschlüsse aufgesucht und anschließend freige-  
fräst werden können.

Aus der DE-A-40 24 926 ist eine ähnliche Vorrichtung bekannt, mit der ein ähnliches Verfahren wie bei der EP-A-0 326 412 durchgeführt wird, d.h. die Hausanschlüsse werden in einem ersten Arbeitsschritt mit Verschlußkappen versehen, in die ein als ein Permanent-Stabmagnet ausgebildeter Signalgeber integriert

ist. Die Längsachse des Permanent-Stabmagneten fällt dabei mit der Achse des Hausanschlusses zusammen.

Aus der DE-A-195 21 895 ist ein Verfahren zum Untersuchen eines verdeckten Bereichs eines Kanalrohrs oder des ein Kanalrohr umgebenden Bereichs auf Fehlerstellen unter Verwendung eines Sender/Empfänger-Systems bekannt, das auf einem Wagen durch das Kanalrohr geführt wird. Das Sender/Empfänger-System wird dabei kontinuierlich um eine in die Richtung der Erstreckung des Kanalrohres weisende Achse gedreht und sendet kontinuierlich elektomagnetische Energie in Richtung auf die Wandung des Kanalrohrs aus. Die dabei verwendeten Mikrowellen haben eine Frequenz im Bereich zwischen 5 und 60 GHz.

Aus der DE-C-43 23 182 ist ein Ortungsgerät für Abzweigleitungsanschlüsse in Rohren bekannt, das ein durch das Rohr bewegbares Fahrwerk, einen Sensorkopf und eine Antriebsvorrichtung aufweist, wobei der Sensorkopf mit Hilfe der Antriebsvorrichtung um eine zur Rohrachse parallele Achse drehbar ist. Der Sensorkopf ist zylindrisch ausgebildet und weist auf seinem Umfang eine Mehrzahl von induktiven Meßaufnehmern auf, die mit Spaltabstand zur Rohrwand angeordnet sind.

Aus der DE 42 08 863 A1 ist eine Vorrichtung zur Materialuntersuchung von Wandungen eines Abwasserkanals bekannt, bei der an einer selbstfahrenden Transporteinrichtung ein Signalgeber und ein Empfänger angeordnet sind. Der Signalgeber ist ein Mikrowellengenerator, der durch eine Steuereinheit Impulse erzeugt, die auf die Wandung des Abwasserkanals gerichtet werden. Das dabei erhaltene Reflexionssignal wird im Empfänger aufgefangen und ausgewertet. Dadurch ist es möglich, Aussagen über den inneren Zustand der Wandung zu erlangen. Es lassen sich auch Hohlräume sowie Hinterspülungen detektieren, aber nicht exakt messen.

Es ist ferner bereits ein sogenannter »KA-TE Cutter« bekannt, der von der Firma KA-TE System AG, Leimbachstrasse 38, CH-8041

Zürich hergestellt und in Deutschland beispielsweise von der Kanaltechnik Kunz GmbH, Hofmannstrasse 52, D-81379 München vertrieben wird. Der bekannte KA-TE Cutter ist ein Kanal-Fräsröbter, der einen länglichen, im wesentlichen quaderförmigen Transportschlitten mit vier Rädern aufweist. An das hintere Ende des Transportschlittens sind hydraulische, pneumatische und/oder elektrische Steuerleitungen angeschlossen. Am Vorderende ist ein Fräskopf über einen drehbaren Hals montiert. Außerdem ist eine Fernsehkamera am Vorderende angebracht, die den jeweiligen Arbeitsbereich des KA-TE Cutters inspiziert. Der Transportschlitten weist ferner ein Andruckkissen auf, das über Stempel aus dem Schlittenkörper herausgedrückt wird und den Transportschlitten im Abwasserkanal im Bereich der Arbeitsstelle festsetzt, an der der Fräskopf eine Öffnung für einen Hausanschluß herstellen soll. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn schadhafte Abwasserkanäle zunächst im Inliner-Verfahren mit einer neuen Rohrwandung ausgekleidet wurden, bei der zunächst keine Öffnungen für Hausanschlüsse vorhanden sind, sondern erst nachträglich eingerichtet werden müssen. Man geht dabei so vor, daß zuerst der Transportschlitten durch den noch nicht ausgekleideten Abwasserkanal bewegt wird und mit Hilfe der Fernsehkamera, deren Bilder an einen außerhalb des Abwasserkanals aufgestellten Monitor übertragen werden, die Hausanschlüsse gesucht werden. Sobald ein Hausanschluß entdeckt ist, werden die Koordinaten festgehalten, um diese Stelle nach dem Einziehen des Innenrohres wieder zu finden. Es liegt auf der Hand, daß dieses Verfahren nicht besonders zuverlässig und genau arbeitet, so daß die Fräsarbeiten zum Öffnen eines Hausanschlusses nicht selten eine Öffnung ergeben, die gegenüber dem Hausanschluß mehr oder weniger stark versetzt ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Kanal-Fräsröbter der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß einerseits keine besonderen Positionsmarker für Hausanschlüsse gesetzt werden müssen und daß andererseits trotzdem nach dem Einziehen eines Innenrohres ("Inliner") in einen Abwasserkanal die Hausanschlüs-

se zuverlässig gefunden und in richtiger Ausrichtung dazu die Öffnungen aus dem Innenrohr herausgearbeitet werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die Merkmale des Patentanspruchs 1 oder 4.

Dadurch wird erreicht, daß nach einer Grobpositionierung des Transportschlittens aufgrund der vor dem Einziehen des Innenrohres erfolgten Messungen die Lage des durch das Innenrohr verdeckten Hausanschlusses zuverlässig ermittelt werden kann, wonach der erfindungsgemäße Kombisensor um 180° in einer Ebene gedreht wird, die orthogonal zur Mittelachse des Abwasserkanals steht, so daß der Fräskopf in die gleiche Position bewegt wird, in der sich zuvor der abtastende Kombisensor befand. Die Drehebene des Kombisensors ist also eine Radialebene des Abwasserkanals. Der erfindungsgemäße Kombisensor besteht aus einem Ultraschall-Sensor, mit dem stets ein gleicher Abstand zur Innenwand des Abwasserkanals eingehalten werden kann, und aus einem Ultraschall-Sensor entweder umgebenden oder zu beiden Seiten davon angeordneten kapazitiven Sensor, mit dem ermittelt werden kann, ob hinter der Wand des Abwasserkanals Erdreich oder eine Öffnung für einen Hausanschluß liegt. Die Auswertung der vom Kombisensor erzeugten Signale erfolgt auf an sich bekannte Weise durch einen Rechner, der zweckmäßigerweise auch einen Monitor zum Anzeigen der Daten und/oder der räumlichen Verhältnisse im Abwasserkanal bzw. dem eingebrachten Inliner-Rohr aufweist.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert; es zeigen:

30

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines schematisch dargestellten Kanal-Frässroboter in dessen Arbeitsstellung;

Figur 2 einen Ausschnitt aus dem Meßkopf des Kanal-Frässroboters aus Figur 1;

35 Figur 3 schematische Darstellungen der Arbeitsweise des Kanal-Frässroboters nach Figur 1 oder 2;



- Figur 4 eine zweite Ausführungsform eines schematisch dargestellten Kanal-Fräsröbter in dessen Arbeitsstellung;  
Figur 5 einen Ausschnitt aus dem Meßkopf des Kanal-Fräsröbters aus Figur 4; und  
5 Figur 6 schematische Darstellungen der Arbeitsweise des Kanal-Fräsröbters nach Figur 4 oder 5.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Sanierungsrohr 1 eines Abwasserkanals, von dem ein Hausanschluß 2 in Form einer an sich  
10 bekannten Rohrleitung aus Steingut oder Kunststoff abzweigt. Die Umgebung des Sanierungsrohrs 1 ist durch Erdreich 3 angedeutet.

In das Sanierungsrohr 1 ist eine Transporteinheit 4 eingebracht, die mit Hilfe von Rädern 42 in Längsrichtung des Sanierungsrohrs  
15 1 und damit in Richtung des Pfeils A verfahrbar ist. Die Bewegung der Transporteinheit 4 im Sanierungsrohr 1 wird von außen über nicht dargestellte Leitungen gesteuert. Es ist bekannt, zur Überwachung der Bewegung der Transporteinheit 4 eine Fernsehkamera einzusetzen, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht  
20 gezeigt ist.

Die Transporteinheit 4 umfaßt im wesentlichen einen Transportschlitten 41 mit einer Unterseite 43, einer Oberseite 45, einer Rückseite 46 sowie einer Vorderseite 47. In der Regel hat der  
25 Transportschlitten 41 die Form eines länglichen Prismas, an dessen Rückseite 46 Anschlüsse für hydraulische und/oder pneumatische Leitungen sowie elektrische Steuer- und Signalleitungen vorgesehen sind. An oder auf der Oberseite 45 des Transportschlittens 41 ist ein Andruckkissen 44 angeordnet, das mit Hilfe  
30 von Teleskopzylindern 441 ausfahrbar ist, um sich an der Innenseite des Sanierungsrohres 1 abzustützen und damit die Transporteinheit 4 vor Ort im Sanierungsrohr 1 festzuklemmen. Die Teleskopzylinder 441 können auf an sich bekannte Weise ausgefahren werden, beispielsweise durch Hydraulikfluid oder durch  
35 Druckluft.

Im Transportschlitten 41 ist ein Ausfahrzylinder 48 vorgesehen, der aus der Vorderseite 47 des Transportschlittens 41 herausragt und der in der Längsachse L der Transporteinheit 4 in Richtung des Doppelpfeils A hin und her bewegbar und außerdem um die 5 Längsachse L in Richtung C drehbar ist. Die Bewegung des Ausfahrzylinders 48 wird von einem an der Rückseite 46 der Transporteinheit 4 angebrachten Meßsystem 12 festgestellt und über Stellantriebe 11 gesteuert, die in Figur 3 erkennbar sind.

10 An der Vorderseite des Ausfahrzylinders 48 ist ein Parallelgestänge 49 angelenkt, das gesteuert vom Transportschlitten 41 eine Bewegung in einer Ebene gestattet, die durch den Doppelpfeil B angedeutet ist. Das Parallelgestänge 49 ist mit seinen vorderen Gelenkpunkten mit einem Werkzeughalter 50 gekoppelt, 15 wodurch der Werkzeughalter 50 in Richtung des Pfeils B angehoben bzw. abgesenkt werden kann. Durch die Verwendung eines Parallelgestänges 49 erfolgt die Bewegung des Werkzeughalters 50 stets in einer Ebene, die in Figur 1 mit der Zeichenebene zusammenfällt.

20

Der Werkzeughalter 50 trägt an seinem vorderen Ende einen Antriebshalter 51, der an einer Seite einen Fräskopf 5 und an der anderen Seite einen Kombisensor 6 trägt. Der Antriebshalter 51 ist mit dem Werkzeughalter 50 über einen Zapfen 52 gekoppelt, 25 der auf an sich bekannte Weise in dem Werkzeughalter 50 gehalten wird und um eine Achse M gesteuert drehbar ist.

Da der Kombisensor 6 diametral gegenüber zum Fräskopf 5 am Antriebshalter 51 montiert ist, bringt eine Drehung des Ausfahrzylinders 48 um 180° den Fräskopf 5 exakt in die Position, in 30 der sich zuvor der Kombisensor 6 befunden hat. Das gleiche gilt auch umgekehrt. Auf diese Weise ist es möglich, zunächst mit dem Kombisensor 6 die Lage des Hausanschlusses 2 festzustellen und anschließend nach Ermittlung der genauen Position des Hausanschlusses 2 den Fräskopf 5 in die Meßstellung zu schwenken, die 35 dann zu einer Arbeitsstellung für den Fräskopf 5 der Transport-

einheit 4 wird. Hierzu wird zunächst der Werkzeughalter 50 durch das Parallelgestänge 49 in Richtung B in die Längsachse L des Transportschlittens 41 bewegt; danach wird der Ausfahrzylinder 48 von einem der Stellantriebe 11 um die Längsachse L in Richtung des Pfeils C gedreht. Anschließend wird der Werkzeughalter 50 wieder in Richtung des Pfeils B angehoben und damit auf die Wand 21 des Sanierungsrohrs 1 zu bewegt.

Figur 2 zeigt Einzelheiten des erfindungsgemäßen Kombisensors 6 in schematischer, vergrößerter Darstellung. Der Kombisensor 6 wird von einem kapazitiven Sensor 61 und einem Ultraschall-Sensor 62 gebildet.

Der kapazitive Sensor 61 besteht aus einer linearen Anordnung von Elektroden 611, die als Streifen mit einer Länge von etwa 5mm, einer Breite von etwa 1mm und einer Höhe von etwa 0,2-0,3mm auf ein Foliensubstrat aufgebracht sind. Der Abstand der 1mm breiten Elektrodenstreifen beträgt etwa 5mm, die Gesamtlänge des Arrays etwa 150mm. In Figur 2 sind die Größenverhältnisse für die Elektroden 611 nicht maßstäblich wiedergegeben. Beispielsweise ist die Breite in Richtung des Pfeils A gemessen wesentlich größer als der Abstand der einzelnen Elektroden 611 dargestellt ist. Ferner ist die Höhe der Elektroden 611 geringer, als dies zeichnerisch dargestellt ist. Die Länge der Elektroden 61 ist in Figur 2 hingegen nicht erkennbar, da sie orthogonal zur Zeichenebene verläuft. Bei den zuvor genannten Abmessungen würde das Linear-Array aus 25 Elementen oder Elektroden 611 bestehen, die jeweils von einem darunter liegenden Multiplexer 66 durch ein Positionssignal 72 angesteuert werden. Das Positionssignal 72 wird von einem Rechner 9 erzeugt. Das Positionssignal 72 aktiviert zunächst beispielsweise die erste und vierte Elektrode 611 (in Figur 2 von links gezählt), danach die zweite und fünfte, die dritte und sechste usw.. Bei jeder Aktivierung eines Elektrodenpaars 611 wird eine hochfrequente Spannung in der Größenordnung von etwa 40kHz und etwa 40 Volt an die Elektroden 611 gelegt, die die Platten eines Kondensators bilden, der zu

einer in der Zeichnung nicht dargestellten Schwingkreis-Schaltung gehört. Dadurch wird zwischen den Platten ein elektrisches Feld aufgebaut, dessen Feldlinien in den Figuren 1 und 2 angedeutet sind und die durch das umgebende Material beeinflusst werden, und zwar in der Weise, daß sich die Dielektizitätskonstante des von den jeweils aktivierten Elektroden 611 gebildeten Kondensators ändert. Wenn sich das Dielektrikum im Bereich der Feldlinien des kapazitiven Sensors 61 nicht ändert, also wenn die in der Zeichnung angedeuteten Kraftlinien stets durch Erdreich 3 laufen, so gibt ein den Elektroden 611 nachgeschalteter Meßverstärker 7 das gleiche Differenzsignal aus. Kommt der kapazitive Sensor 61 jedoch in den Bereich eines Hausanschlusses 2, bei dem das Erdreich 3 durch Luft oder Wasser ersetzt ist, so ändert sich in diesem Bereich das Dielektrikum und es wird zu einer Störung der Feldlinien kommen, die ein anderes Differenzsignal 71 zur Folge hat, das vom Meßverstärker 7 erkannt und in dem Rechner 9 verarbeitet wird. Auf diese Weise kann berührungslos festgestellt werden, ob hinter der Wand 21 des Sanierungsrohrs 1 ein Hausanschluß 2 oder Erdreich 3 liegt. Die Meßwerte ergeben letztlich eine vom Monitor des Rechners 9 angezeigte Kurve 91.

Da die Ausgangsspannung  $U_{AC}$  sowohl vom Dielektrikum des durchstrahlten Materials als auch vom Abstand des kapazitiven Sensors 61 zur Innenwand des Sanierungsrohrs 1 beeinflusst wird, muß sich der kapazitive Sensor 61 während der Messung stets in konstantem Abstand  $r$  zum Sanierungsrohr 1 befinden, was dadurch erreicht wird, daß der Ultraschall-Sensor 62 den Abstand  $r$  mißt und ihn über einen Stellmotor 65 konstant hält. Hierzu ist der Ultraschall-Sensor 62 mit einem Meßverstärker 63 gekoppelt, dessen Ausgangssignal an eine Vergleicherschaltung 69 gelegt wird, die das Abstandssignal  $R_{ist}$  mit dem vorgegebenen Wert  $r_{soll}$  vergleicht und über eine Treiberstufe 64 den Stellmotor 65 ansteuert, der den Abstand auf  $r = \text{const}$  nachregelt, indem das Parallelgestänge 49 in Figur 1 in Richtung des Pfeils B angehoben oder abgesenkt wird.

Der Rechner 9 steuert nun über das Positionssignal 72 den Multiplexer 66 so an, daß jeweils zwei Elektroden-Elemente 611 des Arrays aktiv werden und ein Meßsignal  $U(AC=const)$  erzeugen. Nacheinander wird so der Abtastbereich in linearer Richtung A elektronisch abgetastet und die Meßwerte im Rechner 9 gespeichert. Anschließend wird der Kombisensor 6 um ein Winkelinkrement in C-Richtung weiter gedreht und die elektronische Abtastung wird wiederholt.

- 10 Da die Zeit für die elektronische Abtastung gegenüber der mechanischen Bewegung vernachlässigbar klein ist, kann der Kombisensor 6 während der Meßphase praktisch kontinuierlich in C-Richtung gedreht werden. Dies ergibt eine äußerst schnelle Abtastung des zu untersuchenden Wandbereichs und damit ein schnelles Auf-  
15 finden von Hausanschlüssen 2.

Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung eine Stirnansicht des Kanal-Frässroboters, wobei im linken Teil die Meßstellung und im rechten Teil die Arbeitsstellung zum Herausarbeiten einer Öffnung aus dem Sanierungsrohr 1 im Bereich eines Hausanschlusses 2 dargestellt ist. Man erkennt, daß der Kombisensor 6 zunächst auf die Innenwand des Sanierungsrohres 1 gerichtet ist, wozu der Ausfahrzylinder 48 gesteuert von dem Stellantrieb 11 um die Längsachse L der Transporteinheit 4 gedreht wird. Im übrigen  
25 sind in allen Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Man sieht außerdem, wie der Kombisensor 6 durch Anheben bzw. Absenken des Parallelgestänges 49 in Richtung des Pfeils B bewegt werden kann und damit ein konstanter Abstand zur Innenwand des Sanierungsrohres 1 eingehalten wird. Durch Drehen  
30 des Ausfahrzylinders 48 um die Längsachse L in Richtung des Pfeils C wird der Kombisensor 6 entlang der Innenwand des Sanierungsrohres geschwenkt und die dabei aufgenommenen Spannungssignale werden dem Meßverstärker 7 zugeleitet. Wie bereits erwähnt, werden die Ausgangssignale  $U(AC)$  des Meßverstärkers 7 an  
35 den Rechner 9 übertragen, der eine Durchdringungskurve 91 der verdeckten Hausanschlußöffnung anzeigt. An den Rechner 9 ist

ferner die Signalauswertungsschaltung 8 angeschlossen. Die Durchdringungskurve 91 wird im Rechner 9 gespeichert und zur Ansteuerung des Stellantriebs 11 herangezogen, der den Fräskopf 5 in die Position des Kombisensors 6 bringt, nachdem der gesamte Kurvenverlauf der Durchdringungskurve 91 ermittelt wurde. Durch Nachfahren der ermittelten Durchdringungskurve 91 kann der Fräskopf 5 sauber und zuverlässig eine Öffnung aus der Wand 21 des Sanierungsrohres 1 im Bereich des Hausanschlusses 2 herausfräsen.

10

Die Figuren 4 bis 6 zeigen eine zweite Ausführungsform des Kombisensors 6, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Bei der zweiten Ausführungsform ist der kapazitive Sensor 61 aus drei Elektroden 611, 612 und 613 gebildet, die als Ringelektroden konzentrisch um den Ultraschall-Sensor 62 angeordnet sind. Damit liegt der Ultraschall-Sensor 62 im Bereich des Mittelpunktes der drei konzentrischen Elektroden 611-613. Die äußere Elektrode 613 des kapazitiven Sensors 61 ist in der Regel geerdet, während der mittleren Elektrode 612 und der inneren Elektrode 611 zwei gleiche, hochfrequente Spannungen von wenigen Volt zugeführt werden. Die innere Elektrode 611 und die mittlere Elektrode 612 sind über Leitungen 711 und 712 mit einem Meßverstärker 7 verbunden, der eine Spannungsdifferenz auf den Leitungen 711 und 712 mißt und diese als Signal  $U_{(AC)}$  ausgibt. Wenn sich das Dielektrikum im Bereich der Feldlinien des kapazitiven Sensors 61 nicht ändert, also wenn die in der Zeichnung angedeuteten Kraftlinien stets durch Erdreich 3 laufen, so gibt der Meßverstärker 7 das gleiche Differenzsignal aus. Kommt der kapazitive Sensor 61 jedoch in den Bereich eines Hausanschlusses 2, bei dem das Erdreich 3 durch Luft oder Wasser ersetzt ist, so ändert sich in diesem Bereich das Dielektrikum und es wird zu einer Störung der Feldlinien kommen, die ein anderes Differenzsignal auf den Leitungen 711, 712 zur Folge hat, das vom Meßverstärker 7 erkannt und in einem Rechner 9 verarbeitet wird. Auf diese Weise kann wieder berührungslos festgestellt werden, ob hinter der Wand 21 des Sanierungsrohrs 1 ein Hausanschluß 2 oder

Erdreich 3 liegt. Die Meßwerte ergeben letztlich eine vom Monitor des Rechners 9 angezeigte Kurve 91.

Da die Ausgangsspannung  $U(A)$  sowohl vom Dielektrikum des durchstrahlten Materials als auch vom Abstand des kapazitiven Sensors 61 zur Innenwand des Sanierungsrohrs 1 beeinflusst wird, muß sich der kapazitive Sensor 61 während der Messung stets in konstantem Abstand  $r$  zum Sanierungsrohr 1 befinden, was dadurch erreicht wird, daß der Ultraschall-Sensor 62 den Abstand  $r$  mißt und ihn über einen Stellmotor 65 konstant hält. Hierzu ist der Ultraschall-Sensor 62 mit einem Meßverstärker 63 gekoppelt, dessen Ausgangssignal an eine Vergleicherschaltung 69 gelegt wird, die das Abstandssignal  $R_{ist}$  mit dem vorgegebenen Wert  $r_{soll}$  vergleicht und über eine Treiberstufe 64 den Stellmotor 65 ansteuert, der den Abstand auf  $r = \text{const}$  nachregelt, indem das Parallelgestänge 49 in Figur 1 in Richtung des Pfeils B angehoben oder abgesenkt wird.

Figur 6 zeigt in schematischer Darstellung wiederum eine Stirnansicht des Kanal-Fräsroboters, wobei im linken Teil die Meßstellung und im rechten Teil die Arbeitsstellung zum Herausarbeiten einer Öffnung aus dem Sanierungsrohr 1 im Bereich eines Hausanschlusses 2 dargestellt ist. Man erkennt, daß der Kombisensor 6 zunächst auf die Innenwand des Sanierungsrohres 1 gerichtet ist, wozu der Ausfahrzylinder 48 gesteuert von dem Stellantrieb 11 um die Längsachse L der Transporteinheit 4 gedreht wird. Im übrigen sind in allen Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Man sieht außerdem, wie der Kombisensor 6 durch Anheben bzw. Absenken des Parallelgestänges 49 in Richtung des Pfeils B bewegt werden kann und damit ein konstanter Abstand zur Innenwand des Sanierungsrohres 1 eingehalten wird. Durch Drehen des Ausfahrzylinders 48 um die Längsachse L in Richtung des Pfeils C wird der Kombisensor 6 entlang der Innenwand des Sanierungsrohres geschwenkt und die dabei aufgenommenen Spannungssignale werden dem Meßverstärker 7 zugeleitet. Wie bereits erwähnt, werden die Ausgangssignale  $U(A)$

des Meßverstärkers 7 an den Rechner 9 übertragen, der eine Durchdringungskurve 91 der verdeckten Hausanschlußöffnung anzeigt. An den Rechner 9 ist ferner die Signalauswertungsschaltung 8 angeschlossen. Die Durchdringungskurve 91 wird im Rechner 5 9 gespeichert und zur Ansteuerung des Stellantriebs 11 herangezogen, der den Fräskopf 5 in die Position des Kombisensors 6 bringt, nachdem der gesamte Kurvenverlauf der Durchdringungskurve 91 ermittelt wurde. Durch Nachfahren der ermittelten Durchdringungskurve 91 kann der Fräskopf 5 sauber und zuverlässig 10 eine Öffnung aus der Wand 21 des Sanierungsrohres 1 im Bereich des Hausanschlusses 2 herausfräsen.



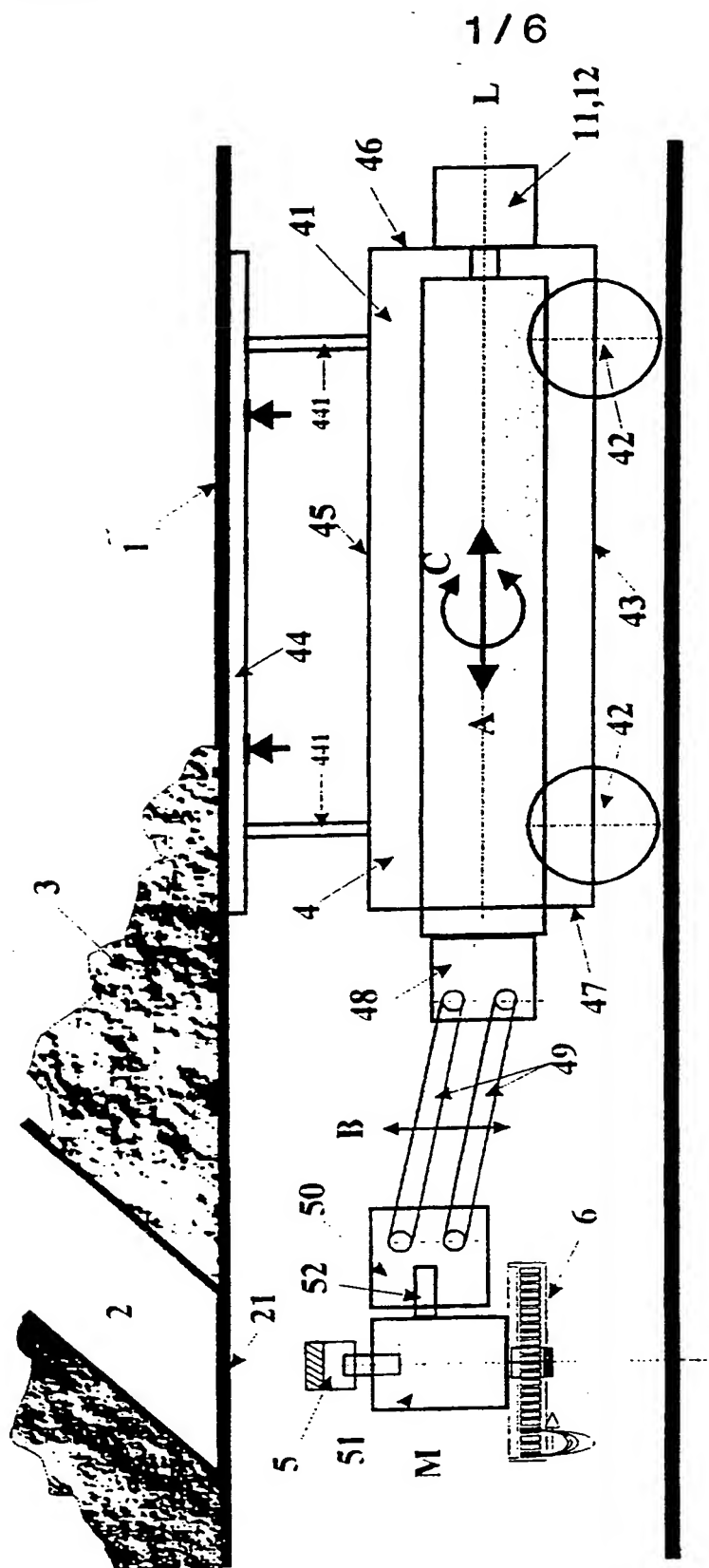
### Patentansprüche

1. Kanal-Fräsröbter in Form eines länglichen Transportschlittens (41), an dessen Unterseite (43) Räder (42) montiert sind und dessen gegenüberliegende Oberseite (45) mit einem ausfahrbaren Andruckkissen (44) zum Festklemmen des Transportschlittens (41) in einem Sanierungsrohr (1) versehen ist, mit an die Rückseite (46) des Transportschlittens (41) anschließenden hydraulischen und/oder pneumatischen sowie elektrischen Steuer- und Versorgungsleitungen, und mit einem in der Längsachse (L) des Transportschlittens (41) linear verstellbaren und senkrecht zur Längsachse (L) des Transportschlittens (41) drehbaren Ausfahrzylinder (48), an dessen Vorderseite ein Parallelgestänge (49) angelenkt ist, das einen Werkzeughalter (50) trägt, in den ein Antriebshalter (51) mit einem Fräskopf (5) eingesetzt ist, der über einen Zapfen (52) in dem Werkzeughalter (50) in einer Ebene um 180° drehbar ist, die senkrecht zur Längsachse des Transportschlittens (41) und damit auch senkrecht zur Bewegungsrichtung des Transportschlittens (41) im Sanierungsrohr (1) als Radialebene verläuft, wobei zur meßtechnischen Erfassung der für das Freifräsen notwendigen Raumkoordinaten der nicht-sichtbaren Hausanschlüsse (2) an dem Antriebshalter (51) zusätzlich ein Sensor um 180° versetzt in der Drehebene des Fräskopfs (5) und damit diametral gegenüber von dem Fräskopf (5) angeordnet ist; und wobei zur Positionsbestimmung des Sensors ein kombiniertes Weg-/Winkelmeßsystem (12) mit Signalauswertungsschaltung (8) an den Ausfahrzylinder (48) gekoppelt ist;  
dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor ein Kombisensor (6) ist, der einen kapazitiven Sensor (61) und einen stabförmigen Ultraschall-Sensor (62) einschließt; und daß der kapazitive Sensor (61) eine lineare Anordnung von Elektroden (611) aufweist, die zu beiden Seiten des stabförmigen Ultraschall-Sensor (62) angeordnet sind.

2. Kanal-Fräsröbter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (611) des kapazitiven Sensors (61) mit einem Multiplexer (66) gekoppelt sind, der im Betrieb nacheinander jeweils zwei Elektroden auswählt.
3. Kanal-Fräsröbter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Multiplexer (66) von einem Rechner (9) mit einem Positionssignal (72) angesteuert wird.
4. Kanal-Fräsröbter in Form eines länglichen Transportschlittens (41), an dessen Unterseite (43) Räder (42) montiert sind und dessen gegenüberliegende Oberseite (45) mit einem ausfahrbaren Andruckkissen (44) zum Festklemmen des Transportschlittens (41) in einem Sanierungsrohr (1) versehen ist, mit an die Rückseite (46) des Transportschlittens (41) anschließenden hydraulischen und/oder pneumatischen sowie elektrischen Steuer- und Versorgungsleitungen, und mit einem in der Längsachse (L) des Transportschlittens (41) linear verstellbaren und senkrecht zur Längsachse (L) des Transportschlittens (41) drehbaren Ausfahrzylinder (48), an dessen Vorderseite ein Parallelgestänge (49) angelenkt ist, das einen Werkzeughalter (50) trägt, in den ein Antriebshalter (51) mit einem Fräskopf (5) eingesetzt ist, der über einen Zapfen (52) in dem Werkzeughalter (50) in einer Ebene um 180° drehbar ist, die senkrecht zur Längsachse des Transportschlittens (41) und damit auch senkrecht zur Bewegungsrichtung des Transportschlittens (41) im Sanierungsrohr (1) als Radialebene verläuft, wobei zur meßtechnischen Erfassung der für das Freifräsen notwendigen Raumkoordinaten der nichtsichtbaren Hausanschlüsse (2) an dem Antriebshalter (51) zusätzlich ein Sensor um 180° versetzt in der Drehebene des Fräskopfs (5) und damit diametral gegenüber von dem Fräskopf (5) angeordnet ist; und wobei zur Positionsbestimmung des Sensors ein kombiniertes Weg-/Winkelmeßsystem (12) mit Signalauswertungsschaltung (8) an den Ausfahrzylinder (48) gekoppelt ist;

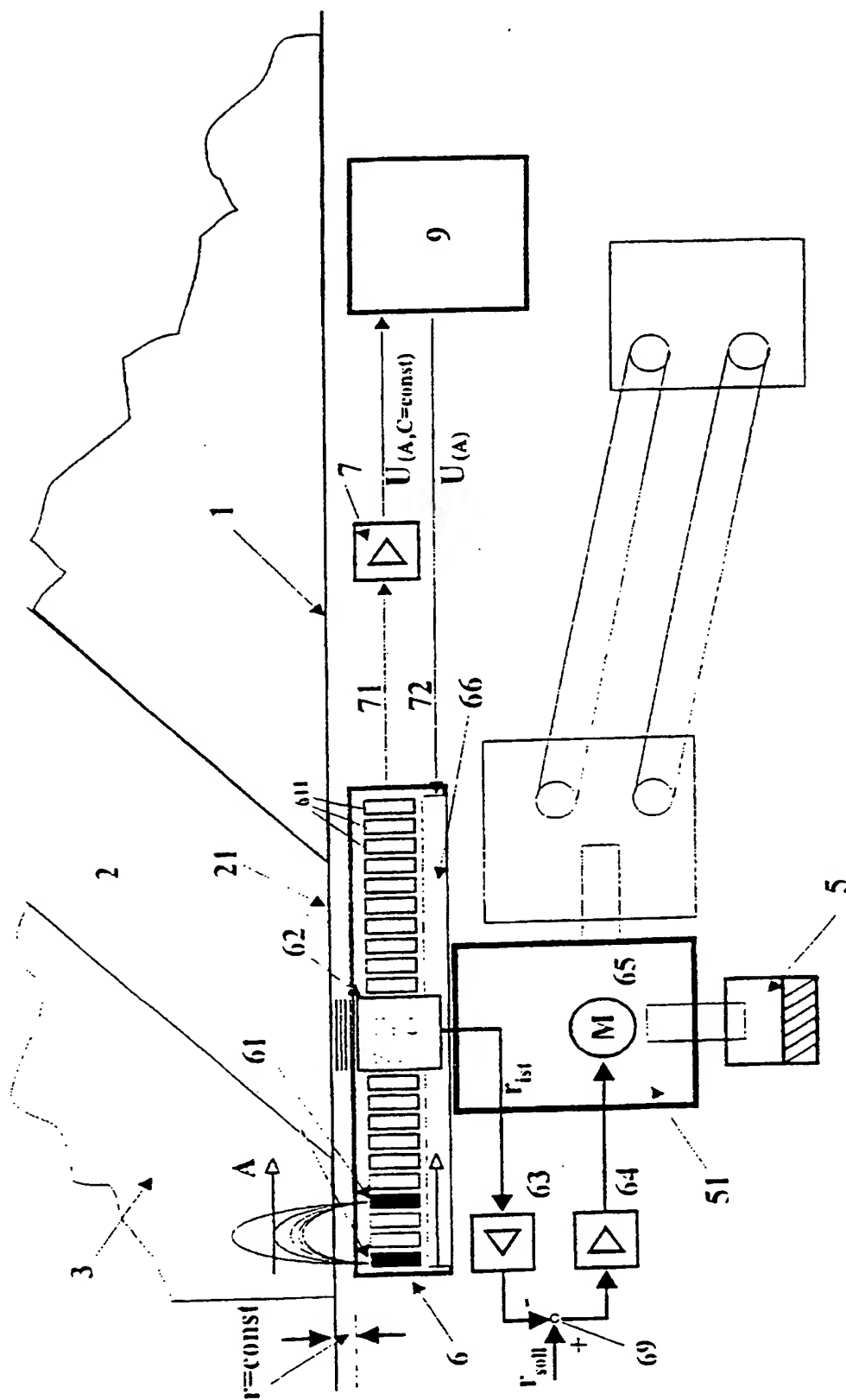
dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor ein Kombisensor (6) ist, der einen kapazitiven Sensor (61) und einen stabförmigen Ultraschall-Sensor (62) aufweist; und daß der kapazitive Sensor (61) ringförmige Elektroden (611, 612, 613) aufweist, die den stabförmigen Ultraschall-Sensor (62) konzentrisch umgeben.

5. Kanal-Fräsroboter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß an den Ultraschall-Sensor (62) ein Meßverstärker (63) angeschlossen ist, dessen Ausgang über eine Vergleicherschaltung (69) einer Treiberschaltung (64) zugeführt wird, die einen Stellmotor (65) ansteuert, der zur Einhaltung eines über die Vergleicherschaltung (69) eingebaren konstanten Abstandes (r) vom Kombisensor (6) zu der Wand (21) des Sanierungsrohrs (1) dient.
6. Kanal-Fräsroboter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß dem Ausgangssignal des Meßverstärkers (7) und aus den Positionskoordinaten des Ausfahrzylinders (48) im Rechner (9) die räumliche Position der Durchdringungslinie (91) zwischen Hausanschluß (2) und Sanierungsrohr (1) bestimmbar ist, und daß aus diesen meßtechnisch und rechnerisch ermittelten Raumkoordinaten Stellsignale ermittelbar sind, die über eine Steuerleitung (92) an den Stellantrieb (11) für den Ausfahrzylinder (48) übertragen werden.
7. Kanal-Fräsroboter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausfahrzylinder (48) durch Stellantriebe (11) sowohl in Längsrichtung (A) des Transportschlittens (41) bewegbar, als auch um 360° (C) um die Längsrichtung (A) drehbar ist.



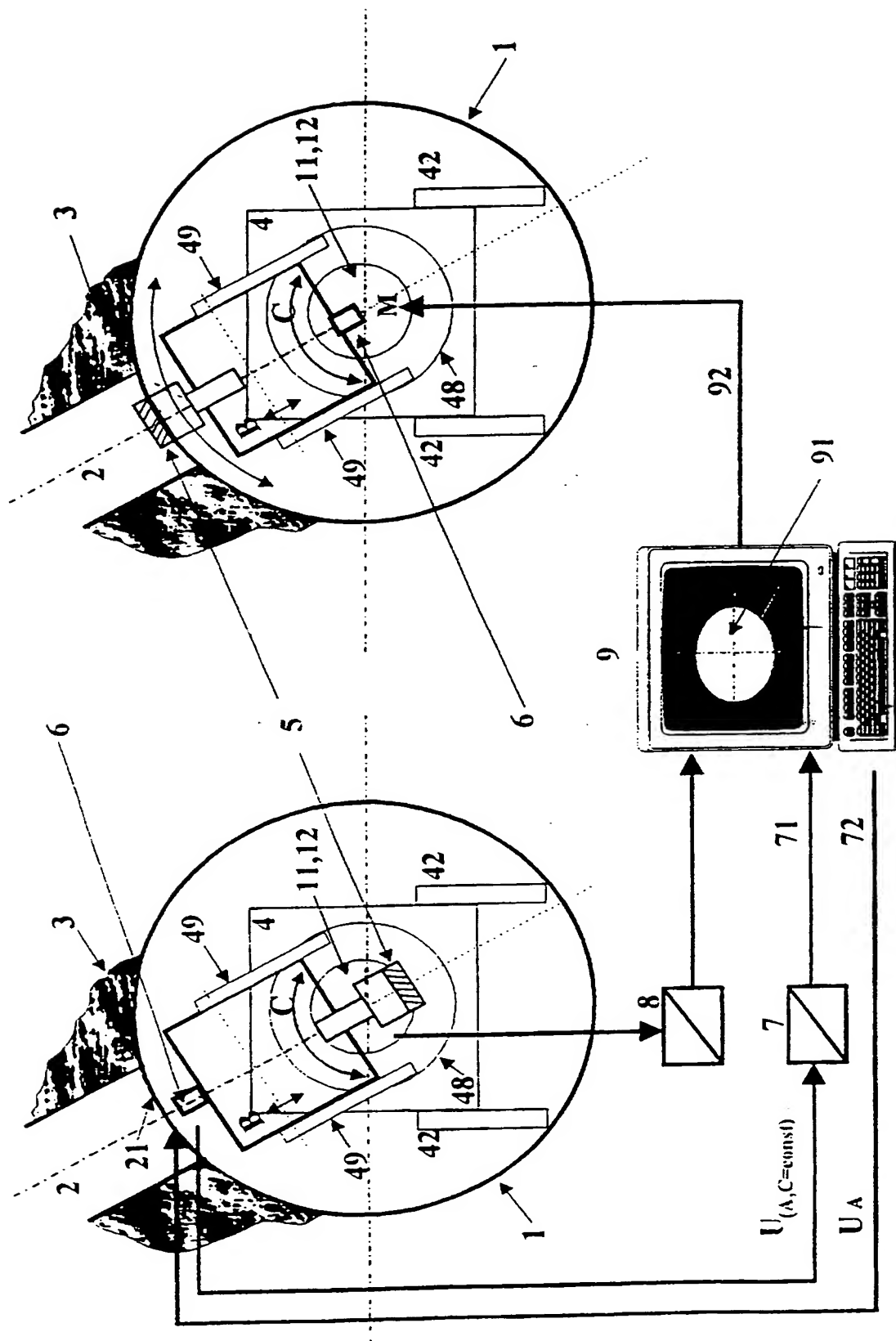
# Figur 1

2 / 6

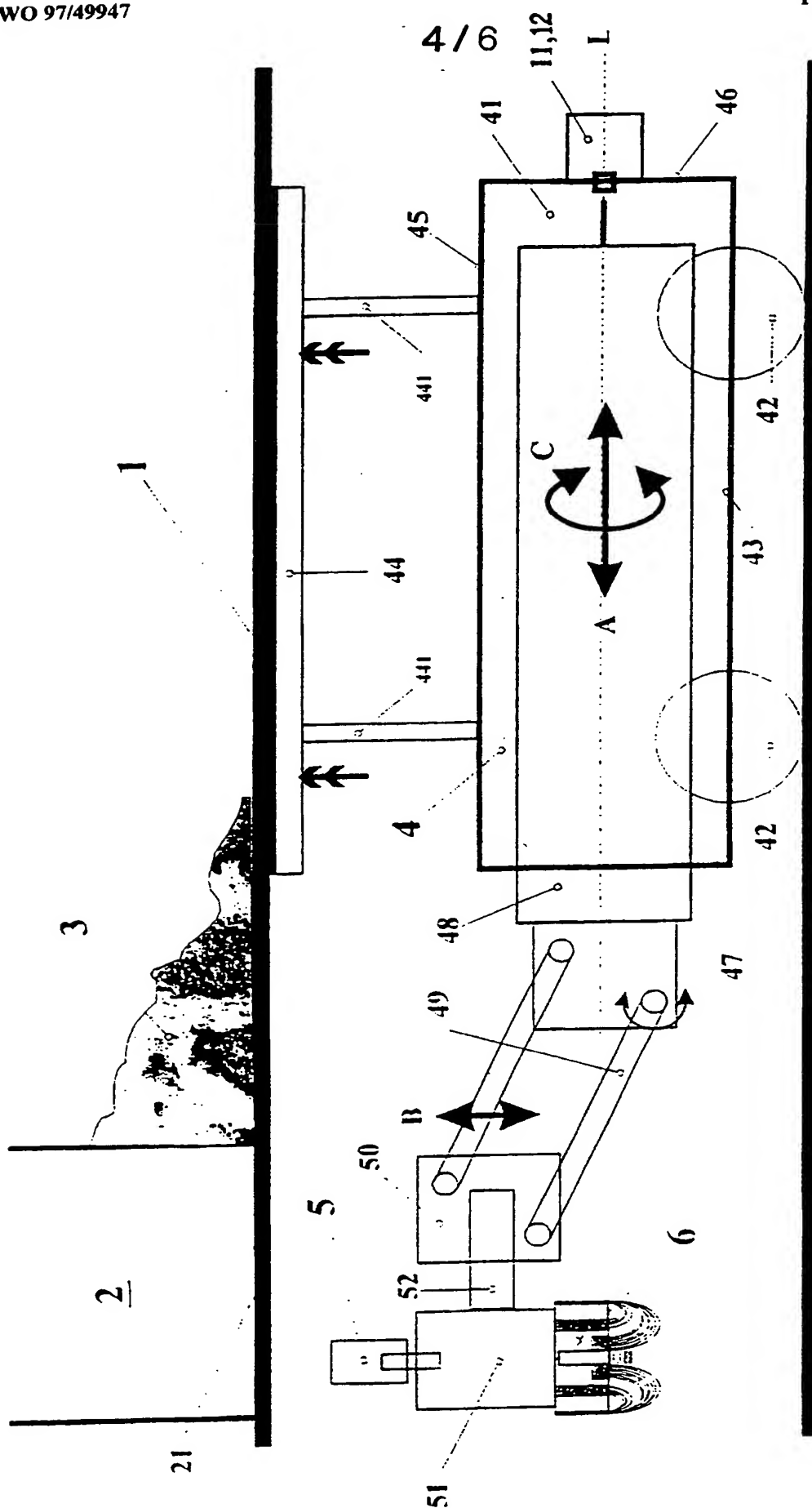


Figur 2

3 / 6



Figur 3



Figur 4

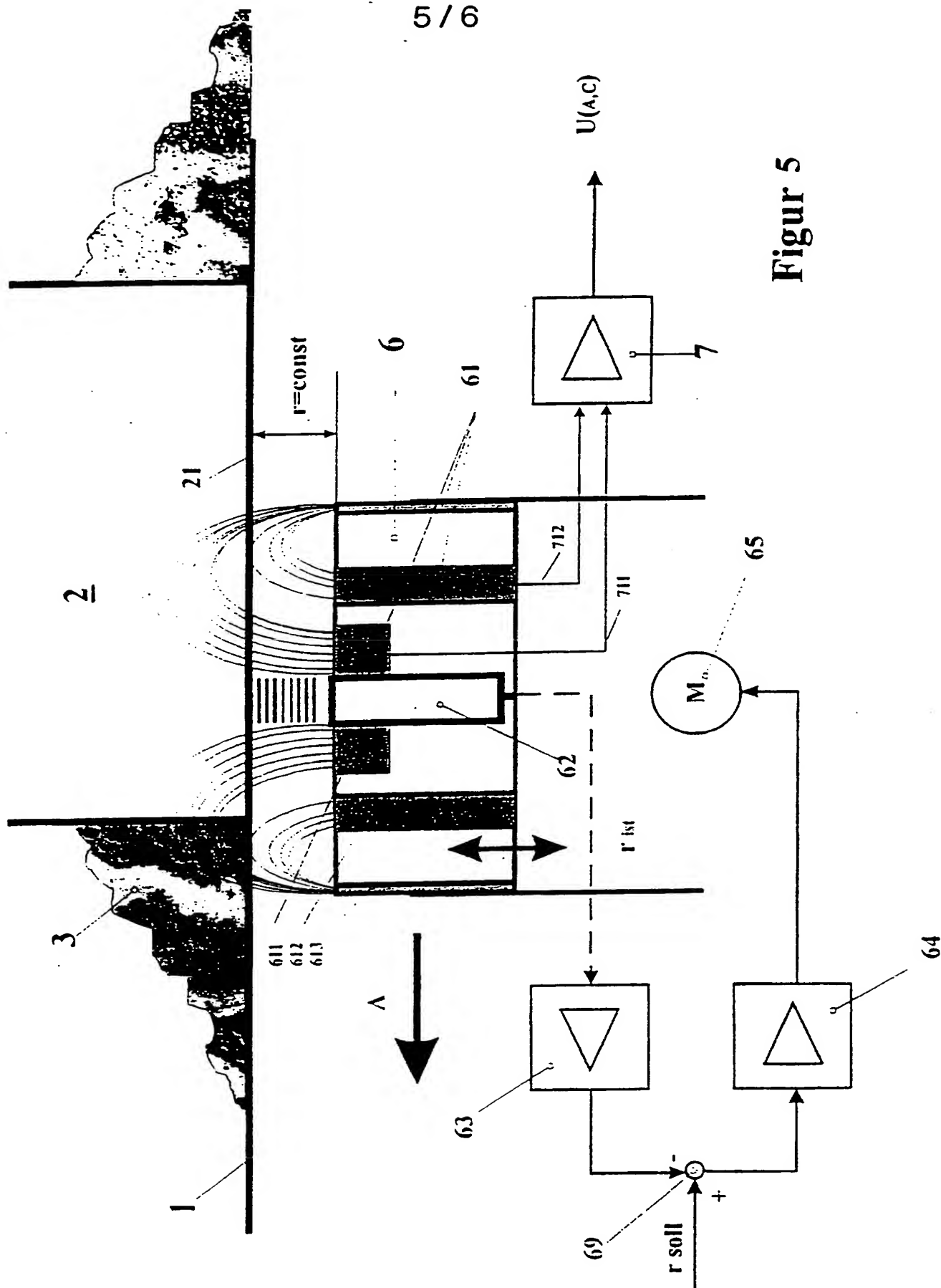
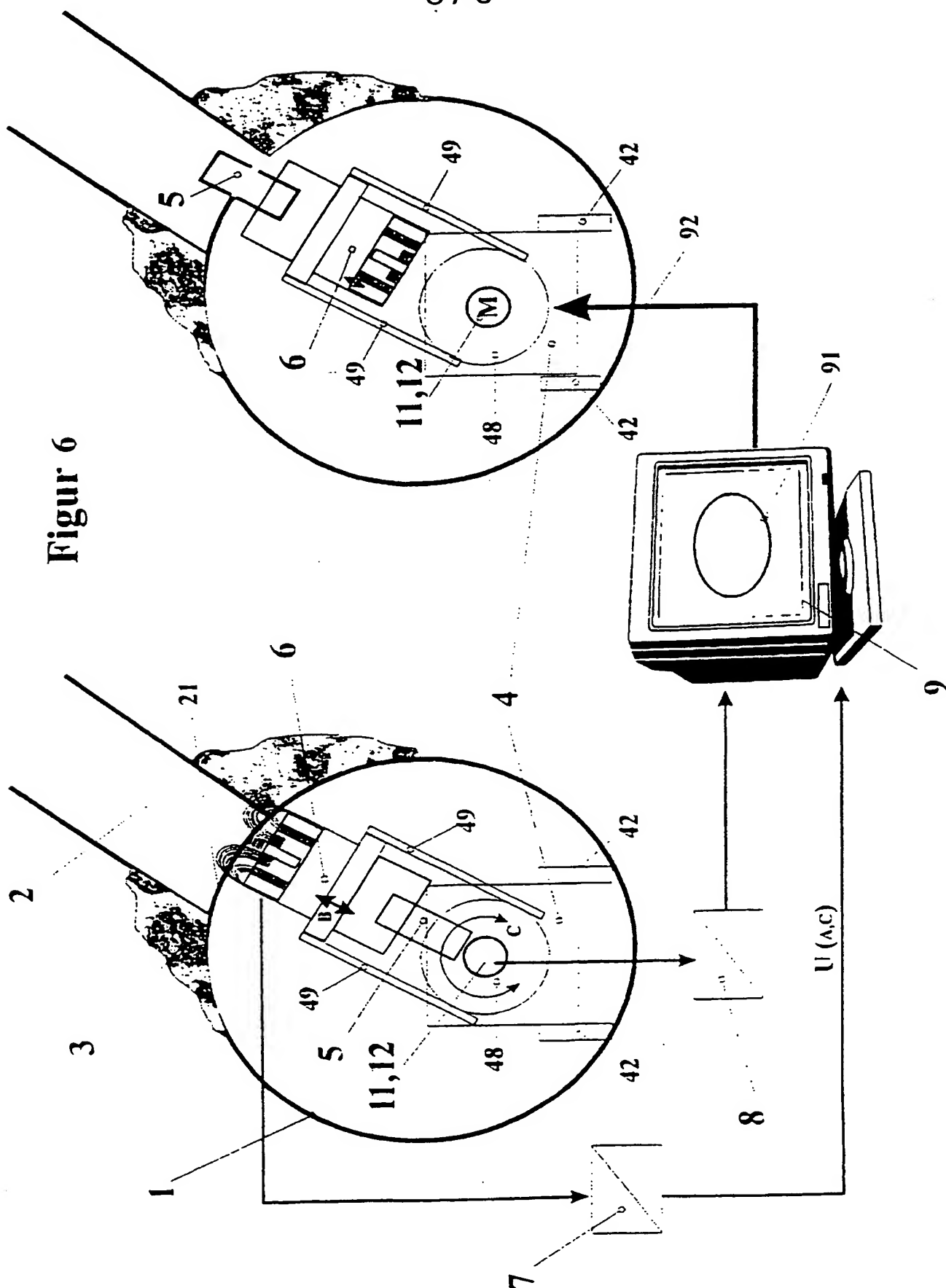


Figure 5





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 97/03343

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 F16L55/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 83 03457 A (YARNELL IAN ROLAND) 13 October 1983 see abstract see page 3, line 5 - page 4, line 20 see claim 13 see figures 1,8 ---	1,4
A	EP 0 029 343 A (NUTTALL LTD EDMUND) 27 May 1981 see abstract see claims 1,2,4,11 see figure 8 ---	1,4
A	EP 0 654 631 A (ETUDES PRODUCTION SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES) 24 May 1995 see abstract see claims 1-4 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 1997

Date of mailing of the international search report

29. 09. 97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaeffler, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...information on patent family members

Inter nal Application No

PCT/EP 97/03343

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 8303457 A	13-10-83	AU 1378783 A	24-10-83
		EP 0104218 A	04-04-84
		GB 2119296 A,B	16-11-83
		US 4648454 A	10-03-87
EP 0029343 A	27-05-81	GB 2063113 A,B	03-06-81
EP 0654631 A	24-05-95	FR 2712663 A	24-05-95

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/03343

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F16L55/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F16L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 83 03457 A (YARNELL IAN ROLAND) 13. Oktober 1983 siehe Zusammenfassung siehe Seite 3, Zeile 5 - Seite 4, Zeile 20 siehe Anspruch 13 siehe Abbildungen 1,8 ---	1,4
A	EP 0 029 343 A (NUTTALL LTD EDMUND) 27. Mai 1981 siehe Zusammenfassung siehe Ansprüche 1,2,4,11 siehe Abbildung 8 ---	1,4
A	EP 0 654 631 A (ETUDES PRODUCTION SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES) 24. Mai 1995 siehe Zusammenfassung siehe Ansprüche 1-4 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. September 1997

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

29.09.97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Schaeffler, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter: Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/03343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 8303457 A	13-10-83	AU 1378783 A	24-10-83
		EP 0104218 A	04-04-84
		GB 2119296 A,B	16-11-83
		US 4648454 A	10-03-87
EP 0029343 A	27-05-81	GB 2063113 A,B	03-06-81
EP 0654631 A	24-05-95	FR 2712663 A	24-05-95

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The invention concerns a channel milling robot in accordance with generic term of the patent claim 1.

From Fig. 8 the EP 0,326,412 A1 already a channel milling robot is well-known, which exhibits the characteristics of the generic term of the patent claim 1. To frontend a transportation carriage is attached a tool holder, which can in this way be turned around the longitudinal axis of the transportation carriage and with a turn around 180 DEG a blade antenna and afterwards a milling tool can bring into the same position. The blade antenna serves for it, certain markers on zu finden, which were inserted before lining the pipe which can be repaired into the branching annexes by plugs out for example polystyrene. These position markers mark exactly the center of the annexes. If their situation were found by the blade antenna of the milling robot, the tool holder 180 DEG and the milling tool in adjustment with the position marker gebracht. In this position can be free-milled the annexe, whereby the plug with the position marker is destroyed and is lost. A disadvantage of this well-known equipment exists to be able to be free-milled therefore therein that in a first work procedure first the annexes will provide with position marks must, in a second work procedure the lining with a so-called Inliner made and in a third Arbeitssch the annexes is only visited and following. From the DE 40 24 926 A1 a similar device is well-known, with which a similar procedure is accomplished as with the EP 0,326,412 A1, i.e. the annexes are provided in a first work procedure with cover caps, into which as a permanent bar magnet of trained signal generators is integrated. The longitudinal axis of the permanent bar magnet coincides thereby with the axle of the annexe. From the DE 195 21 895 a procedure for examining a covered range of a sewer pipe or a sewer pipe the surrounding range on defective equipment is well-known using a transmitter/receiver system, which is led on a car by the sewer pipe. The transmitter/receiver system is turned thereby continuously around an axle pointing into the direction of extending the sewer pipe and sends continuously electromagnetic energy in the direction of the wall of the sewer pipe. The microwaves used thereby have a frequency within the range between 5 and 60 GHz. From the DE 43 23 182 c1 a datum locator is well-known for branch line connections in pipes, which exhibits in the pipe movably a chassis, a sensor head and a drive device, whereby the sensor head is swivelling around an axle parallel to the tubing axle with the help of the drive device. The sensor head is trained cylindrical and exhibits on its extent a majority of inductive transducers, which are arranged with gap distance to the tube sheet.

From 42 08 863 A1 a device is sewer-well-known of the DE to the material investigation by walls one, with which at self-propelled transport equipment a signal generator and a receiver are arranged. The signal generator is a microwave generator, which produces impulses, which are directed toward the wall of the sewer by a control unit. The reflection signal received thereby is caught and evaluated in the receiver. It is possible to attain statements about the internal condition of the wall. Also cavities as well as Hinterspülungen can be detected, but not measured accurately.

Furthermore it is already so-called "KA-WIDTH unit a Cutter" well-known, which is manufactured by the company of KA-WIDTH unit system AG, glue brook route 38, CH-8041 Zurich and driven out in Germany for example by the channel technology Kunz GmbH, Hofmann route 52, D-81379 Munich. The well-known KA-WIDTH

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



unit Cutter is a channel Fraesrobo<DP N=3>ter, which exhibits an oblong, essentially quaderfoermigen transportation carriage with four wheels. To the rear end of D of transportation carriage hydraulic, pneumatic and/or electrical control lines are attached. To frontend is installed a milling head over a swivelling neck. In addition a television camera is attached at the front end, which examines the respective work area KA-WIDTH unit of the Cutters. The transportation carriage w furthermore a pressure cushion up, which are squeezed out over stamps from the carriage body and which transportation carriage in the sewer within the range of working premises determines, at which the milling head an opening for an annexe to manufacture is. This is in particular then necessarily, if defective sewers were lined first in the Inliner procedure with a new pipe wall, with which first no openings for annexes are present, but to be only later furnished must. One proceeds thereby so that first the transportation carriage is moved by not lined the sewer the yet and with the help of the television camera, whose pictures will transfer a set up to a monitor outside of the sewer, which annexes searched werden. Sobald an annexe is discovered to become the coordinates held, in order to find this place after drawing in the interior pipe again. It is obvious that this procedure does not work reliably and very exactly particularly, so that the fraesarbeiten not rarely result in an opening, which is more or less strongly transferred opposite the annexe to open an annexe. Task of the invention is it to improve the channel milling robot of the kind initially specified going by that on the one hand no special position markers for annexes to be set to have and that on the other hand nevertheless found after drawing in an interior pipe ("Inliner") into a sewer the annexes reliable and in correct adjustment in addition the openings from the interior pipe to be worked out to be able. For the solution the characteristics of the patent claim 1 serve this task.

According to invention it is reached by the measuring adapter that after a rough positioning of the transportation carriage due to the measurements taken place before drawing in the interior pipe the situation of the annexe covered by the interior pipe can be determined reliably, according to which the combination sensor according to invention is swivelled around 180 DEG in one level, which stands orthogonal to the axle center of the sewer, so that the milling head is moved into the same position, in which the scanning combination sensor was before. The plane of rotation of the combination sensor is thus one radial level of the sewer. The combination sensor according to invention consists of an ultrasonic sensor, with which a same distance to the inner wall of the sewer can be always kept, and from a capacitive sensor surrounding the ultrasonic sensor, with which it can be determined whether behind the wall of the sewer soil or an opening for an annexe lies. The evaluation of the signals effected in actually well-known way by means of computer, produced by the combination sensor, which exhibits appropriately also a monitor for the announcement of the data and/or spatial conditions in the sewer and/or the brought in Inliner pipe. The invention is more near described now on the basis a remark example; show: Fig. 1 a schematically represented channel milling robot in working position; Fig. 2 a cutout from the measuring head of the milling robot from Fig. 1; and Fig. 3 schematic representations of the function of the milling robot Fig. 1 shows a cutout from a reorganization pipe 1 of a sewer, from which an annexe 2 branches in form of an actually well-known piping from stoneware or plastic. The environment of the reorganization pipe is suggested by soil 3. Into the reorganization pipe 1 a transportation unit 4 is brought in, which is displaceable by wheels 42 in longitudinal direction of the reorganization pipe 1 and thus toward the arrow A. The movement of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the transportation unit 4 in the reorganization pipe 1 is steered from the outside lines over not represented. It is well-known to use for the monitoring of the movement of the transportation unit 4 a television camera which is not shown for reasons of clarity.

The transportation unit 4 essentially covers a transportation carriage 41 with a lower surface 43, a top side 45, a back 46 as well as a front 47. Usually the transportation carriage 41 has the form of an oblong prism, at whose back 46 connections for hydraulic and/or pneumatic lines as well as electrical tax and signal lines are intended. At or on the top side 45 of the transportation carriage 41 a pressure cushion 44 is arranged, which is extendable by telescopic cylinders 441, in order to push away at the inside of the reorganization pipe 1 and to clamp with it the transportation unit 4 locally in the reorganization pipe 1. The telescopic cylinders 441 can be driven out in actually well-known way, for example by hydraulic fluid or by compressed air. In the transportation carriage 41 a driving out cylinder 48 is intended, which stands out from the front 47 of the transportation carriage 41 and which in the longitudinal axis L of the transportation unit 4 toward the double arrow A back and forth movably and in addition around the longitudinal axis L toward C is swivelling. The movement of the driving out cylinder 48 is determined by a measuring system 12 appropriate at the back 46 of the transportation unit 4 and steered via control drives 11, those in Fig. 3 is recognizable. At the front of the driving out cylinder 48 a parallel linkage 49 is linked, steered permitted by the transportation carriage 41 a movement in one level, which is suggested by the double arrow B. The parallel linkage 49 is coupled with its front hinge points with a tool holder 50, whereby the tool holder 50 can be raised and/or lowered toward the arrow B. Via the use of a parallel linkage 49 the movement of the tool holder 50 always takes place in one level, those in Fig. 1 with the indication level collapses. The tool holder 50 carries a drive owner 51, which carries a milling head 5 at a side and at the other side a combination sensor 6 at its front end. The drive owner 51 is coupled with the tool holder 50 over a tap 52, which is held actually well-known way in the tool holder 50.

Since the combination sensor 6 diametrically opposite to the milling head 5 at the drive owner 51 is installed, a turn of the driving out cylinder brings around 180 DEG the milling head 5 to 48 accurately into the position, in which the combination sensor 6 was before. The same applies also in reverse. In this way it is possible to determine and swivel afterwards after determination of the exact position of the annexe 2 the milling head 5 into the measuring position first with the combination sensor 6 the situation of the annexe 2, which becomes then a working position for the milling head 5 of the transportation unit 4. For this first the tool holder 50 by the parallel linkage 49 is moved toward B into the longitudinal axis L of the transportation carriage 41; afterwards the driving out cylinder 48 of one of the control drives 11 around the longitudinal axis L toward the arrow C turn afterwards is raised the tool holder 50 again toward the arrow B and thus bound the reorganization pipe 1 too moved. Fig. 2 shows details of the combination sensor according to invention 6 in schematic, increased representation. The combination sensor 6 is formed by a capacitive sensor 61 and an ultrasonic sensor 62.

The capacitive sensor 61 consists of three electrodes 611, 612 and 613, which are concentrically around the ultrasonic sensor 62 arranged as ring electrodes. Thus the ultrasonic sensor 62 lies in the range of the center of the three concentric electrodes 611-613. The outside electrode 613 of the capacitive sensor 61 is grounded, while to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the middle electrode 612 and the internal electrode equal to 611 two, high frequency tensions by few volts to be usually supplied. The internal electrode 611 and the middle electrode 612 are connected for the one voltage difference on the lines 711 and 712 by lines 711 and 712 with a measuring amplifier 7, measure and these as signal  $U(A, C)$  spend. If the dielectric within the range of the lines of flux of of the capacitive does not change sensor 61, thus if the field lines suggested in the design always run by soil 3, then spends the measuring amplifier 7 the same difference signal. If the capacitive sensor 61 comes however into the range of an annexe 2, with which the soil 3 is replaced by air or water, then the dielectric changes within this range and it to a disturbance of the lines of flux will come, which another difference signal on the lines 711, 712 entails, which is recognized by the measuring amplifier 7 and processed in a computer 9. In this way it can be determined contactlessly whether behind the wall of the reorganization pipe 1 an annexe 2 or soil 3 lies. The measured values result in in the long run a curve 91 indicated by the monitor of the computer 9.

Since the output voltage  $U(A, C)$  both by the dielectric of the through-radiated material and by the distance of the capacitive sensor 61 to the inner wall of the reorganization pipe 1, the capacitive sensor 61 during the measurement in constant distance  $r$  is affected must always be to the reorganization pipe 1, what is reached by the fact that the ultrasonic sensor 62 measures the distance  $r$  and keeps it constant over an actuator 65. For this the ultrasonic sensor 62 coupled with a measuring amplifier 63 is, whose output signal is put to a comparator circuit 69, which compares the spacer signal  $R_{ist}$  with the given value  $r_{soil}$  and heads for over a driver 64 the actuator 65, which readjusts the distance on  $r = \text{const}$ , by the parallel linkage 49 in Fig. 1 toward the arrow B is raised or lowered.

Fig. a stirnansicht of the channel milling robot shows 3 in schematic representation, whereby in the left part the measuring position is represented and in the right part the working position for working an opening out from the reorganization pipe 1 in the range of an annexe 2. One recognizes that the combination sensor 6 is directed first toward the inner wall of the reorganization pipe 1, to which the driving out cylinder 48 is turned steered by the control drive 11 around the longitudinal axis L of the transportation unit 4. Same parts are in all other respects provided with same reference symbols in all figures. In addition one sees, how the combination sensor 6 can be moved by raising and/or lowering the parallel linkage 49 toward the arrow B and so that a constant distance to the inner wall of the reorganization pipe 1 is kept. By tricks of the driving out cylinder 48 around the longitudinal axis L toward the arrow C the combination sensor 6 will become along the inner wall of the reorganization pipe swivelled and the tension signals taken up thereby the measuring amplifier 7 transmitted. As previously mentioned, the output signals  $U(A, \text{are transferred } C)$  of the measuring amplifier 7 to the computer 9 which indicates a penetration curve to 91 of the covered annexe opening. Furthermore to the computer 9 the gating circuit 8 is attached. The penetration curve 91 is stored in the computer 9 and consulted for the control of the control drive 11, which brings the milling head to 5 into the position of the combination sensor 6, after the entire course of the curve of the penetration curve 91 was determined. By descendants of the determined penetration curve 91 the milling head 5 can mill out an opening cleanly and reliably from the wall of the reorganization pipe 1 within the range of the annexe 2.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1. Channel milling robot in form of an oblong transportation carriage (41), at whose lower surface (43) wheels (42) are installed and whose opposite top side (45) is provided with an extendable pressure cushion (44) for clamping the transportation carriage (41) in a reorganization pipe (1), also to the back (46) of the transportation carriage (41) following hydraulic and/or pneumatic as well as electrical steering wheels and supply lines, and with linear adjustable and perpendicularly to the longitudinal axis (L) the transportation carriage (41) a swivelling driving out cylinder (48), in the longitudinal axis (L) the transportation carriage (41), at whose front a parallel linkage (49) is linked, which carries a tool holder (50), into which a drive owner (51) with a milling head (5) is inserted, for that over a tap (52) in the tool holder (50) in one level around 180 DEG is swivelling, which perpendicularly to the longitudinal axis of the transportation carriage (41) and concomitantly perpendicularly to the direction of motion of the transportation carriage (41) in the reorganization pipe (1) when radial level runs, whereby for the instrumentation collection of the space coordinates of the not-visible annexes necessary for the free milling at the drive owner (51) additionally a sensor shifts (2) by 180 DEG in the plane of rotation of the milling head (5) and, so that diametrically opposite by the milling head (5) is arranged; and whereby to the positioning of the sensor a combined way/angle measuring system (12) with gating circuit (8) to the driving out cylinder (48) is coupled; by the fact characterized that the sensor is a combination sensor (6), which exhibits a capacitive sensor (61) and a rod-shaped ultrasonic sensor (62); and that the capacitive sensor (61) exhibits circular electrodes (611, 612, 613), the rod-shaped ultrasonic sensor (62) concentrically surround those.

2. Channel milling robot according to requirement 1, marked the outermost electrode (613) by it that the capacitive sensor (61) exhibits three circular electrodes (611, 612, 613), by which is grounded, during to which middle electrode (612) and to the internal electrode (611) in the enterprise the same HF- tension with constant amplitude is put.

3. Channel milling robot according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that to the middle and the internal electrode (612, 611) of the capacitive sensor (61) a sum-and-difference amplifier (7) is attached.

4. Kanal-Fraesroboter after one of the requirements 1 to 3, by the fact characterized that to the ultrasonic sensor (62) a measuring amplifier (63) is attached, whose exit is supplied by way of a comparator circuit (69) of a driving circuit (64), which heads for an actuator (65), which serves (69) for the adherence to over the comparator circuit a constant distance ready for input (r) from the combination sensor (6) for the wall of the reorganization pipe (1).

5. Channel milling robots after one of the requirements 1 to 4, by it characterized that the output signal of the measuring amplifier (7) and from the position coordinates of the driving out cylinder (48) in the computer (9) the spatial position of the penetration line (91) between annexe (2) and reorganization pipe (1) is assignable, and that from these instrumentation and computationally determined space coordinates are determinable adjusting signals, which over a control line (92) to the control drive (11) for the driving out cylinder (48) will transfer.

6. Channel milling robot after one of the requirements 1 to 5, by the fact characterized that the driving out cylinder is swivelling (48) by control drives (11) both in longitudinal direction (A) of the transportation carriage (41) movably, and around 360 DEG (C) around the longitudinal direction (A).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**